

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平 10-301099

(43)公開日 平成10年(1998)11月13日

(51)Int.Cl.	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G02F 1/1335			G02F 1/1335	
	510			510
G02B 5/30			G02B 5/30	
G02F 1/133	500		G02F 1/133	500
	530			530
審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全7頁)				

(21)出願番号 特願平9-126331

(22)出願日 平成9年(1997)4月30日

(71)出願人 000103747

オプトレックス株式会社
東京都荒川区東日暮里五丁目7番18号

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 早田 祐二

東京都文京区湯島3丁目14番9号 オブ
トレックス株式会社内

(72)発明者 大河原 雅夫

東京都文京区湯島3丁目14番9号 オブ
トレックス株式会社内

(74)代理人 弁理士 大原 拓也

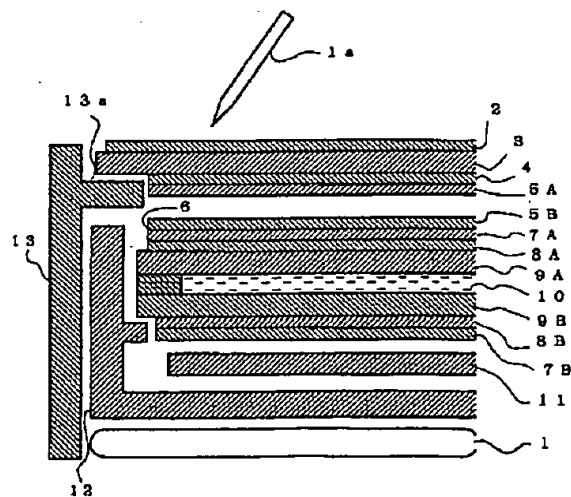
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 入出力一体型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 強い外光下での視認性を改善する。

【解決手段】 透明保護板3の外表面に反射防止層2を設けるとともに、その下側に第1の偏光板4と位相差値が120～160nmの第1の位相差板5Aを設置するとともに、さらに、液晶表示パネル6の上側にも同様の位相差値を有する第2の位相差板7Aを設置して反射光量を極小化する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 手書き入力手段を備えた液晶表示パネルの表示面側に透明保護板を設けてなる入出力一体型液晶表示装置において、上記透明保護板の外表面には反射防止層が設けられているとともに、同透明保護板の下面側には第 1 の偏光板を介して位相差値が $120 \sim 160 \text{ nm}$ の第 1 の位相差板が設置され、かつ、上記液晶表示パネルの表示面の上面にも位相差値が $120 \sim 160 \text{ nm}$ の第 2 の位相差板が設置されていることを特徴とする入出力一体型液晶表示装置。

【請求項 2】 上記液晶表示パネルは、互いにほぼ平行に配置され、それぞれが配向制御膜を有する一対の透明電極付の基板と、同基板間に挟持された旋光性物質を含有する誘電率異方性が正のネマチック液晶によるねじれ角が $160 \sim 300$ 度の液晶層と、上記各基板の透明電極間に電圧を印加する駆動手段とを備えているとともに、上記液晶層の両側には第 2 および第 3 の偏光板が配置され、かつ、上記第 2 および第 3 の偏光板の少なくとも一方の偏光板と上記液晶層との間には第 3 以下の位相差板が配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の入出力一体型液晶表示装置。

【請求項 3】 上記手書き入力手段が入力ペンとの電磁誘導あるいは電磁授受方式の入力手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の入出力一体型液晶表示装置。

【請求項 4】 上記第 1 の偏光板の吸収軸と上記第 1 の位相差板の延伸軸との交差角が $40 \sim 50$ 度であり、上記液晶層の上部に配置された上記第 2 の偏光板の吸収軸と上記第 2 の位相差板の延伸軸との交差角が $40 \sim 50$ 度であり、かつ、上記第 1 および第 2 の位相差板の延伸軸は互いにほぼ直交していることを特徴とする請求項 2 に記載の入出力一体型液晶表示装置。

【請求項 5】 上記透明保護板が化学強化ガラスであることを特徴とする請求項 1 に記載の入出力一体型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、データ端末等の表示端末のような高密度表示に適した入出力一体型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】手書き入力装置では、入力ペンの筆圧から液晶表示パネルを保護するために透明保護板を使用することは知られている。しかし、この構成では空気層との境界面が多くできるため、各境界面での表面反射の影響で視認性が低下し、特に強い外光下では表示画面が見えなくなるという問題があった。そこで、従来においては、入射光が各薄膜の界面で生じる反射光を互いに干渉するように設計し、反射防止効果をもたせた反射防止層を透明保護板に設けるようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この反射防止層によれば、空気層との境界面での表面反射を防止することができるので、表示画面の視認性は向上する。しかし、全ての境界面に対して反射防止層を設置すると、生産性が低下し、コストアップになるという問題があった。

【0004】本発明は、このような従来の問題を解決するためになされたもので、その目的は、各境界面での表面反射を小さくし、強い外光下でも高品位の表示の視認性が得られるとともに、生産性に優れた低コストの入出力一体型液晶表示装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、手書き入力手段を備えた液晶表示パネルの表示面側に透明保護板を設けてなる入出力一体型液晶表示装置において、上記透明保護板の外表面には反射防止層が設けられているとともに、同透明保護板の下面側には第 1 の偏光板を介して位相差値が $120 \sim 160 \text{ nm}$ の第 1 の位相差板が設置され、かつ、上記液晶表示パネルの表示面の上面にも位相差値が $120 \sim 160 \text{ nm}$ の第 2 の位相差板が設置されていることを特徴としている。

【0006】この構成によると、透明保護板の外表面側から入射される光が第 1 の偏光板と第 1 の位相差板を通過すると、それぞれ直線偏光、円偏光状態となる。この光の反射はさらに第 1 の位相差板を通過することにより直線偏光に戻されるが、最初の直線偏光と 90 度ずれており、第 1 の偏光板を通過できないので、反射光を少なくすることができる。

【0007】本発明において、上記液晶表示パネルは、互いにほぼ平行に配置され、それぞれが配向制御膜を有する一対の透明電極付の基板と、同基板間に挟持された旋光性物質を含有する誘電率異方性が正のネマチック液晶によるねじれ角が $160 \sim 300$ 度の液晶層と、上記各基板の透明電極間に電圧を印加する駆動手段とを備えているとともに、上記液晶層の両側には第 2 および第 3 の偏光板が配置されるが、上記第 2 および第 3 の偏光板の少なくとも一方の偏光板と上記液晶層との間に第 3 以下の位相差板が配置されることが好ましい。

【0008】この場合、上記第 1 の偏光板の吸収軸と上記第 1 の位相差板の延伸軸との交差角が $40 \sim 50$ 度とされ、また、上記液晶層の上部に配置された上記第 2 の偏光板の吸収軸と上記第 2 の位相差板の延伸軸との交差角も $40 \sim 50$ 度とされ、かつ、上記第 1 および第 2 の位相差板の延伸軸は互いにほぼ直交するように配向されるとよい。

【0009】なお、上記手書き入力手段としては、入力ペンとの電磁誘導あるいは電磁授受方式の入力手段などが採用可能である。また、上記透明保護板としては、透明で強度があればよく、ガラス、プラスチックなどが使

用可能であるが、特に薄くても強度がある化学強化ガラスが好ましい。すなわち、化学強化ガラスによれば、透明保護板と液晶表示パネルとの間のギャップを狭くして、この入出力一体型液晶表示装置をより薄型化することが可能となる。

【0010】

【発明の実施の形態】次に、本発明の技術的思想をよりよく理解する上で、図面を参照しながら、その実施の形態について説明する。

【0011】図1は、本発明による入出力一体型液晶表示装置を模式的に表した断面図で、これによると、同装置は入力ペン1aを含む手書き入力手段1と、液晶表示パネル6およびその裏面（反表示面）側に配置されたバックライト11と、透明保護板3とを備えている。

【0012】この実施例において、液晶表示パネル6とバックライト11は内側筐体としてのプラスチックケース12内に組み込まれた状態で、外側筐体としてのハウジング13内に収納されている。手書き入力手段1はハウジング13内において、プラスチックケース12の下部に配置されており、また、透明保護板3はハウジング13の上面開口部側に形成されているリブ13aにより、液晶表示パネル6の表示面側の所定高さ位置に保持されている。

【0013】手書き入力手段1には、電磁誘導方式あるいは電磁授受方式または抵抗膜方式等が使用可能であり、静電容量方式の場合には、下側のデジタイザ部分が不要となり、液晶表示パネル6中のITO（In₂O₃-SnO₂）電極で入力ペン1aの位置検出をすることになる。

【0014】また、抵抗膜方式の場合には、静電容量方式と同様に下側のデジタイザ部分が不要となり、透明保護板3の上面にITO膜により下部電極を形成し、その上にスペーサを介してITO付きPETフィルムあるいはITO付きガラス等の上部電極を設けて抵抗膜方式タッチパネルを形成する。このITO付きPETフィルムあるいはITO付きガラス等の入力部表面に反射防止膜を設けることが好ましい。特に、視認性を向上させるために抵抗膜方式タッチパネルの内面にシリコンオイル等の屈折率補正液を入れても良い。

【0015】透明保護板3の厚みは特に限定されないが、通常0.1～3.0mmの範囲が選定される。これは0.1mm未満では強度がとれず割れてしまい、逆に3.0mmを越えると厚くて重くなってしまうからである。特に、0.4～1.1mmが好ましい。

【0016】透明保護板3の表面には反射防止層2が設置される。反射率が1%以下になるような反射防止層が好ましい。また、反射防止層2に微細な凹凸を形成して、外光を多方向に散乱させ、外光の反射光が直接眼に入ることがないように防眩効果をもたせたアンチグレア層を設置してもよい。

【0017】透明保護板3の下面（裏面）側には、同透明保護板3の裏面と液晶表示パネル6の表面で生じる反射光を少なくするため、第1の偏光板4を介して位相差値が120～160nmの第1の位相差板5Aが設置される。この第1の位相差板5Aとしては、位相差値が130～150nmの位相差板が好ましい。

【0018】これによれば、入射光が第1の偏光板4と第1の位相差板5Aを通過すると、それぞれ直線偏光、円偏光状態となる。この光の反射はさらに第1の位相差板5Aを通過することになり直線偏光に戻るが、最初の直線偏光と90°ずれており、第1の偏光板4を通過できないので反射光を少なくできる。

【0019】液晶表示パネル6の液晶層10は、従来のスーパーツイスト液晶表示装置の液晶層と同じ構成の液晶層であり、電極群が対向しており、これにより各ドット毎にオンオフを制御可能とされる。この液晶層10のねじれ角は約160～300度とされる。

【0020】具体的には、ほぼ平行に配置された一対の透明電極基板9A、9B間に旋光性物質を含有した誘電異方性が正のネマチック液晶を挟持し、両電極基板9A、9B間での液晶分子のねじれ角を160～300度とすればよい。これは、160度未満では急峻な透過率変化が必要とされる高デューティでの時分割駆動をした際のコントラスト比の向上が少なく、逆に300度を越えるとヒステリシスや光を散乱するドメインを生じ易いためである。

【0021】また、液晶層10の $\Delta n \cdot d$ は0.4～1.5 μm とされる。これは、0.4 μm 未満ではオン時の透過率が低く、青味がかかった表示色になりやすく、また、1.5 μm を越えるとオン時の色相が黄色から赤色を呈し、白黒表示とにくいからである。特に、表示色の無彩色化が厳しく要求される用途では、液晶層10の画素部分の $\Delta n \cdot d$ は0.5～1.0 μm とされることが好ましい。

【0022】なお、この $\Delta n \cdot d$ の範囲は、その液晶表示の使用温度範囲内で満足されるようにされることが好ましく、使用温度範囲内で美しい表示が得られる。もっとも、他の性能の要求のために、使用温度範囲の一部のみこの関係を満足するようにされることがあり得る。この場合には、 $\Delta n \cdot d$ の範囲が上記範囲からはずれる温度範囲では、表示が色付いたり、視野角特性が低下したりすることとなる。

【0023】具体的に説明すれば、この液晶表示パネル6は、所望のパターンにパターニングをしたITO（In₂O₃-SnO₂）、SnO₂等の透明電極を設けたプラスチック、ガラス等の基板の表面にポリイミド、ポリアミド等の膜を設け、この表面をラビングしたり、SIO等を斜め蒸着したりして配向制御膜を形成した透明電極付きの基板9A、9Bを準備して、この透明電極付きの基板9A、9Bの間に、前記した誘電異方性が正の

ネマチック液晶による160～300度ツイストの液晶層10を挟持することにより構成される。

【0024】この代表的な例としては、多数の行列状の電極が形成され、一方の基板に640本のストライプ状の電極が形成され、他方の基板をこれに直交するように480本のストライプ状の電極が形成され、640×480ドットのような表示がなされる。さらに、この640本のストライプ状の電極を夫々3本一組として1920本のストライプ状の電極とし、RGBのカラーフィルタを配置してフルカラーで640×480ドットの表示をすることもできる。

【0025】なお、透明電極と配向制御膜との間に基板間短絡防止のために、TiO₂、SiO₂、Al₂O₃等の絶縁膜を設けたり、透明電極にAl、Cr、Ti等の低抵抗のリード電極を併設したり、カラーフィルタを透明電極の上もしくは下に積層してもよい。

【0026】液晶層10の上側に第2の偏光板7Aを下側に第3の偏光板7Bを配置する。これらの偏光板7A、7Bは、一般的にはセルを構成する基板9A、9Bの外側に配置されるが、性能が許せば、基板9A、9B自体を偏光板で構成したり、基板9A、9Bとその透明電極との間に偏光層として設けてもよい。

【0027】本発明では、液晶層10の片側もしくは両側に隣接して一枚以上の第3以下の位相差板を積層する。この実施例においては、一方の基板9Aと第2の偏光板7Aとの間に第3の位相差板8Aを配置し、また、他方の基板9Bと第3の偏光板7Bとの間に第4の位相差板8Bを配置している。

【0028】この第3以下の位相差板8A、8Bは、液晶層10の片側にある偏光板7A（もしくは7B）または液晶層10の両側にある偏光板7A、7Bとの間に設ければよく、例えば、液晶層10と透明電極の間に層状に設けたり、基板9A、9B自体を位相差板としたり、この実施例のように基板9A、9Bと偏光板7A、7Bとの間に層状に設けたり、偏光板と位相差板とを位相差板が液晶側にくるようにして積層して一体化した偏光板を用いたり、それらを組み合わせて設けたりすればよい。この第3以下の位相差板8A、8Bとしては、複屈折性を示す透明板であれば使用でき、プラスチックフィルム、無機の結晶板等が使用可能である。

【0029】ここで、液晶層10の液晶分子、偏光板4、7A、7Bおよび位相差板5A、5B、8A、8Bの各軸方向の関係を図2ないし図4に基づいて説明する。なお、図2は透明保護板3の下面側に設置された第1の偏光板4の吸収軸方向と第1の位相差板5Aの延伸軸方向を上から見た場合の相対位置を示した平面図、図3は第2の位相差板5Bの延伸軸方向、第2の偏光板7Aの吸収軸方向、第3の位相差板8Aの延伸軸方向および液晶層10の上側の液晶分子の長軸方向を上から見た場合の相対位置を示した平面図、図4は第3の偏光板7

Bの吸収軸方向、第4位相差板8Bの延伸軸方向および液晶層の下側の液晶分子の長軸方向を上から見た場合の相対位置を示した平面図である。

【0030】これらの図において、液晶層10の上側の液晶分子24の長軸方向からみた第2の偏光板7Aの吸収軸22Aの方向を時計回りに計ったものを θ_1 、液晶層10の上側の液晶分子24の長軸方向からみた第3の位相差板8Aの延伸軸23Aの方向を時計回りに計ったものを θ_2 、第2の偏光板7Aの吸収軸22Aの方向からみた第2の位相差板5Bの延伸軸21Bの方向を時計回りに計ったものを θ_5 、液晶層10の下側の液晶分子25の長軸方向からみた第3の偏光板7Bの吸収軸22Bの方向を時計回りに計ったものを θ_3 、液晶層10の下側の液晶分子25の長軸方向からみた第4の位相差板8Bの延伸軸23Bの方向を時計回りに計ったものを θ_4 、透明保護板3の下側の第1の位相差板5Aの延伸軸21Aの方向からみた第1の偏光板4の吸収軸20の方向を時計回りに計ったものを θ_6 とする。

【0031】本発明では、この θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 を白黒表示となるように最適化すればよい。また、透明保護板3の下側の第1の偏光板4の吸収軸20の方向と液晶層10の上側の第2の偏光板7Aの吸収軸22Aの方向とはほぼ平行で、第1の位相差板5Aの延伸軸21Aの方向と第2の位相差板5Bの延伸軸21Bの方向とはほぼ直交して配置され、特に40度 $\leq \theta_5 \leq 50$ 度、40度 $\leq \theta_6 \leq 50$ 度に配置することで、透明保護板3の下側および液晶層10の上側で生じる反射光は小さくでき、液晶表示パネル6側からの透過光は通過できるため、表示の視認性は向上する。

【0032】なお、本発明の液晶表示装置では、白黒表示に近い表示が得られるため、カラーフィルタを併用してカラフルな表示が可能となる。特に、高デューティ駆動でも、コントラスト比が高くとれるため、フルカラーによる階調表示も可能である。

【0033】このカラーフィルタは、セル内面に形成することにより、視角によるズレを生じなく、より精密なカラー表示が可能となる。具体的には、電極の下側に形成されてもよいし、電極の上側に形成されてもよい。また、色をより完全に白黒化する必要がある場合には、色を補正するためのカラーフィルタや、カラー偏光板を併用したり、液晶中に色素を添加したり、あるいは特定の波長分布を有する照明を用いたりしてもよい。

【0034】本発明は、このような構成の液晶セルの電極に電圧を印加するための駆動手段を接続し駆動を行なう。特に、本発明では明るい表示が可能のため、透過型でも反射型でも適用可能であり、その応用範囲が広い。なお、透過型で使用する場合には裏側に光源を配置する。もちろん、これにも導光体、カラーフィルタを併用してもよい。

【0035】本発明の液晶表示装置は透過型で使用する

ことが多いが、明るいため反射型で使用することも可能である。透過型で使用する場合は、画素以外の背景部分を印刷等による遮光膜で覆うこともできる。また、遮光膜を用いるとともに、表示したくない部分に選択電圧を印加するように、逆の駆動をすることもできる。

【0036】本発明はその他、本発明の効果を損しない範囲内で、通常の液晶表示装置で使用されている種々の技術が適用可能である。本発明では、時分割特性がスーパーツイスト液晶表示装置と同等であるうえ、前述したように明るく鮮明な白黒表示が可能のため、赤、緑、青の三原色の微細カラーフィルタをセル内面等に配置することにより、高密度のマルチカラー液晶表示装置とすることも可能である。

【0037】本発明の入出力一体型液晶表示装置は、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ等の表示素子として好適であるが、その他、魚群探知機、レーダー、オシロスコープ、各種民生用ドットマトリックス表示装置等の白黒表示、カラー表示を問わず各種の用途に使用可能である。

【0038】

【実施例】

《実施例1》第1の基板として、RGBのカラーフィルタ付きガラス基板上に設けられたITOの透明電極をストライプ状にパターンニングし、蒸着法によりSiO₂による短絡防止用の絶縁膜を形成し、その上にポリイミドのオーバーコートのスピンコートし、これをラビングして配向制御膜を形成した基板を作成した。第2の基板として、ガラス基板上に設けられたITOの透明電極を第1の基板と直交するようにストライプ状にパターンニングし、蒸着法によりSiO₂による短絡防止用の絶縁膜を形成した後、ポリイミドのオーバーコートのスピンコートし、これをラビングして配向制御膜を形成した基板を作成した。この2枚の基板の周辺をシール材でシールして、液晶セルを注入する層を形成し、この層に誘電異方性が正のネマチック液晶を注入して、注入口を封止した。この液晶セルの両外側に位相差板を積層するとともに、その位相差板の両側に偏光板をそれぞれ積層し、さらに上側偏光板のみに140nmの位相差板を配置して、ネガ型の液晶表示装置を作成した。この時、液晶層は240度ねじれの左らせんとし、 $\Delta n \cdot d = 0.84 \mu m$ 、両外側の位相差板の位相差値を430nmとし、液晶層の配置された位相差板の延伸軸方向と、この液晶表示装置の液晶分子の長軸方向、および偏光板の吸収方向との相対的な関係は、 $\theta 1 = 140$ 度、 $\theta 2 = 80$ 度、 $\theta 3 = 140$ 度、 $\theta 4 = 100$ 度、 $\theta 5 = 45$ 度とした。この液晶表示装置の裏側に冷陰極管付きのバックライトを配置し、プラスチックケースに納め、解像度480×640×RGBの表示装置を組み上げた。さらに、透明保護板は0.7mmの化学強化ガラスとし、その上側には反射率が0.3%の反射防止層、下側には偏

光板と140nmの位相差板を積層した。この時、偏光板の吸収軸は、液晶表示装置の上側の偏光板の吸収軸と同じ方向とし、140nmの位相差板の延伸軸は液晶表示装置側の140nmの位相差板の延伸軸と直交するように、その相対関係は $\theta 6 = 45$ 度とした。この入出力一体型液晶表示装置を1/240デューティ、1/15バイアスで駆動した場合、強い外光下でも鮮明なカラー表示が得られ、視認性が向上した。

【0039】〈比較例1〉図1の反射防止層2をヘイズ5%のアンチグレア層としたのみで、図1における第1の偏光板4、第1および第2の位相差板5A、5Bを配置していない入出力一体型液晶表示装置を作成した。

【0040】図5に上記実施例1および比較例1の外光照度に対するコントラスト比のグラフを示す。このグラフからも分かるように、実施例1は比較例1に比べ、強い外光下でもコントラスト比の低下も少なく、表示画面が見えなくなるという問題点は改善された。

【0041】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、透明保護板の下面側に第1の偏光板を介して位相差値が120～160nmの第1の位相差板を設置するとともに、液晶表示パネルの表示面の上面にも位相差値が120～160nmの第2の位相差板を設置したことにより、各境界面での表面反射を小さくし、強い外光下でも高品位の表示の視認性が得られる、生産性に優れた低コストの入出力一体型液晶表示装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による入出力一体型液晶表示装置を模式的に表した断面図。

【図2】図1の透明保護板の下側に設置された第1の偏光板の吸収軸方向と第1の位相差板の延伸軸方向を上から見た場合の相対位置を示した平面図。

【図3】図1の第2の位相差板の延伸軸方向、第2の偏光板の吸収軸方向、第3の位相差板の延伸軸方向および液晶層の上側の液晶分子の長軸方向を上から見た場合の相対位置を示した平面図。

【図4】図1の第3の偏光板の吸収軸方向、第4位相差板の延伸軸方向および液晶層の下側の液晶分子の長軸方向を上から見た場合の相対位置を示した平面図。

【図5】本発明の実施例と比較例の外光照度に対するコントラスト比の関係を示したグラフ。

【符号の説明】

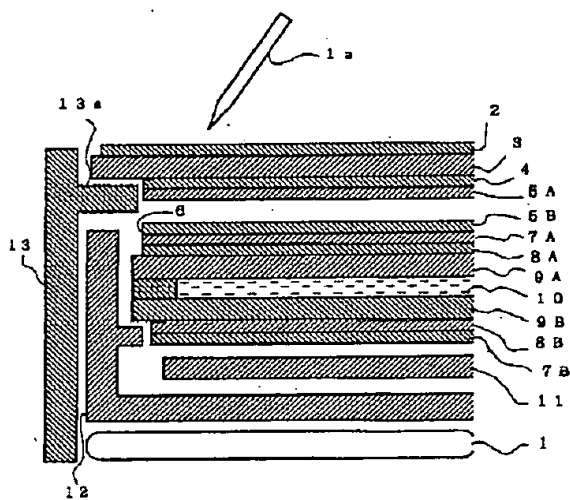
1	: 手書き入力手段
1 a	: 入力ペン
2	: 反射防止層
3	: 透明保護板
4	: 第1の偏光板
7 A	: 第2の偏光板
7 B	: 第3の偏光板
5 A	: 第1の位相差板

9

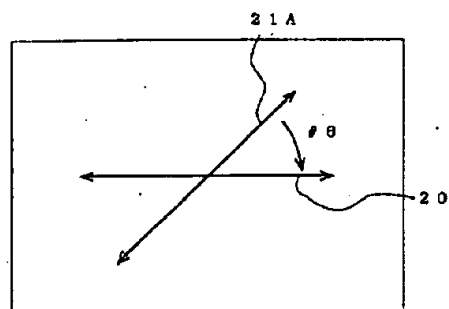
10

- | | | | | | |
|---------|---|-----------|-------------------------|---|----------|
| 5 B | : | 第 2 の位相差板 | 1 2 | : | プラスチックケー |
| 6 | : | 液晶表示パネル | ス | | |
| 8 A | : | 第 3 の位相差板 | 1 3 | : | 筐 体 |
| 8 B | : | 第 4 の位相差板 | 2 0、2 2 A、2 2 B | : | 吸収軸 |
| 9 A、9 B | : | 透明電極基板 | 2 1 A、2 1 B、2 3 A、2 3 B | : | 延伸軸 |
| 1 0 | : | 液晶層 | 2 4、2 5 | : | 液晶分子の長軸方 |
| 1 1 | : | バックライト | 向 | | |

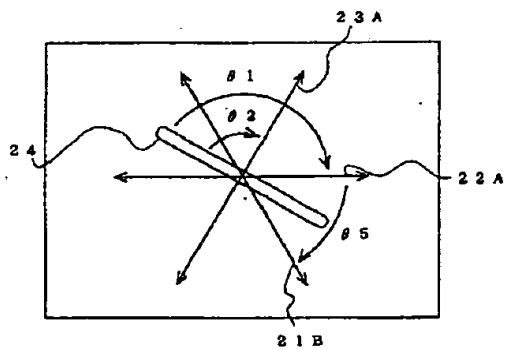
【図 1】



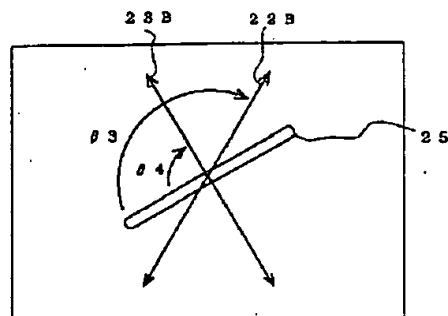
【図 2】



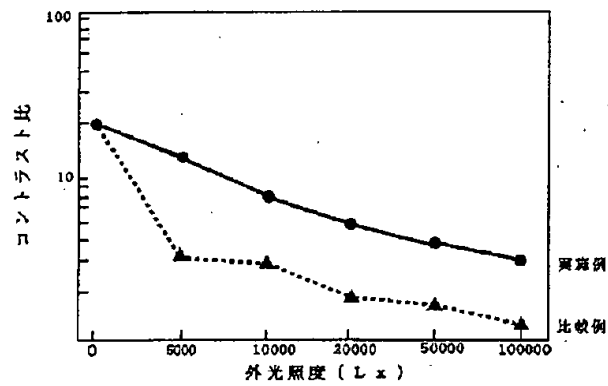
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 鳩山 文昭
東京都文京区湯島3丁目14番9号 オブ
トレックス株式会社内
- (72)発明者 古内 浩二
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
- (72)発明者 坂井 拓仁
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.